

Odier

L'ABSORPTION D'EAU PAR L'ARGILE,

PAR

J. M. VAN BEMMELEN.

---

Le pouvoir absorbant du sol pour l'eau et les gaz est un facteur important de sa fécondité. Dans les terrains argileux cette propriété appartient surtout à l'argile (à l'humus aussi); elle dépend de la composition et des propriétés physiques du silicate de métamorphisme et de l'humus. Ces propriétés déterminent ce qu'on appelle l'hygroscopicité de l'argile et sa capacité totale pour l'eau. Par hygroscopicité on entend la quantité d'eau qui peut être absorbée à l'état de vapeur d'eau par la terre séchée en présence de l'acide sulfurique où à 100°; par capacité totale la quantité d'eau que la terre peut absorber tant à l'état de vapeur qu'à l'état liquide; la structure du sol a une influence sur cette capacité.

Cette eau est combinée d'une manière absorptive. Elle n'est donc pas combinée dans un rapport moléculaire simple avec le silicate de métamorphisme (et il en est de même pour la teneur en oxyde de fer et l'humus); sa quantité varie d'une manière continue avec la tension de la vapeur d'eau et avec la température, et non par sauts brusques. De la température elle ne dépend qu'à un faible degré. On retrouve ici les mêmes lois que pour les substances colloïdes en général. Le poids d'une terre riche en argile et en humus n'est donc pas constant, mais il varie en même temps que la tension de vapeur de l'eau et aussi (mais peu) avec la température (entre 0° et 120°). Dans les circonstances ordinaires ces variations de poids sont peu importantes (de 0 à 0,5 %); elles n'acquièrent de l'importance que quand la tension de la vapeur d'eau varie elle-même de quelques millimètres (de mercure). En analysant des terres il est donc nécessaire de déterminer la quantité d'eau

qu'elles abandonnent à l'acide sulfurique, ou quand on les sèche à 100°, ou encore quand elles se mettent en équilibre avec une tension de vapeur déterminée; mais dans les derniers cas on doit tenir compte, comme on s'en apercevra plus loin, d'une hystérésis du pouvoir absorbant <sup>1)</sup>.

Pour démontrer qu'à des terres qui contiennent de l'argile colloïdale et de l'humus s'appliquent les mêmes lois qu'aux corps poreux et colloïdaux en général, j'ai examiné: 1°. si la terre accuse pour chaque tension de vapeur d'eau une teneur en eau déterminée; j'ai fait cette expérience à  $\pm 15^\circ$  entre les pressions 0 et 12<sup>7</sup> mm. (vapeur saturée); 2°. si l'absorption est réversible et s'il se manifeste en même temps une *hystérésis*; 3°. si la vitesse d'absorption *diminue continûment* (et non par sauts brusques), à mesure que la quantité d'eau déjà absorbée *augmente*, — ou *augmente* d'une manière continue à mesure qu'il en est absorbé *moins*.

Les deux terres plastiques de Suriname I A et I B, riches en argile, ont été soumises à cette épreuve. Elles s'y prêtaient bien parce que la teneur en argile était assez élevée, que la calcite y faisait défaut et que l'oxyde de fer (4 à 5 % seulement) et la teneur en humus ne pouvaient pas avoir une influence considérable. Le tableau suivant donne la

---

<sup>1)</sup> En analysant les terres I A et I B de Suriname, avant d'en peser une certaine quantité, je les ai mises en équilibre avec une tension de vapeur de  $\pm 12$  mm. et après la pesée avec une tension de 9 mm. Cette pression correspondait à peu près à la tension moyenne de la vapeur d'eau dans mon laboratoire (observée pendant 2 ans avec un hygromètre de KLINKERFUES). Quand l'état hygrométrique variait de 65 à 85°, le poids d'une même quantité de terre variait environ de 1 % (rapporté à la terre séchée avec l'acide sulfurique). Tout changement dans l'état hygrométrique de l'air modifiait le poids de la terre. En déterminant la grandeur de l'augmentation ou de la diminution de poids on doit noter. 1°. si le changement a eu lieu dans un sens ascendant ou descendant, pour avoir égard à l'hystérésis; 2°. si l'état hygrométrique a été maintenu constant pendant un temps suffisamment long, pour que la terre ait pu se mettre en équilibre avec lui. (Dans ces circonstances l'influence d'une variation de la température est trop petite pour qu'il soit nécessaire d'en tenir compte). Les irrégularités observées pendant les observations sont dues à ce que cette seconde condition n'était pas toujours parfaitement remplie. C'est ainsi que j'ai pu constater, pour une même indication de l'hygromètre, à divers jours des différences qui pouvaient aller jusqu'à 0,4 % du poids; la raison en était que la terre n'avait pas encore atteint l'état d'équilibre correspondant au degré d'humidité existant.

quantité pour cent d'eau absorbée par 100 parties de terre, séchée à 100°, sous diverses tensions de vapeur, à une température d'environ 15°, aussi bien dans la déshydratation (4) que dans la réhydratation (f) <sup>1)</sup>. Tous les nombres sont rapportés à 100 parties de terre séchée à 100°.

Tableau I.

Tension de vapeur	Terre I A			Terre I B		
	% d'eau absorbée par 100 parties de terre séchée à 100°		Différence % entre ↓ et ↑	% d'eau absorbée par 100 parties de terre séchée à 100°		Différence % entre ↓ et ↑
	↓	↑		↓	↑	
mm.						
12 <sup>7</sup>	31	31		27 <sup>4 2)</sup>	27 <sup>4 2)</sup>	
12 <sup>2</sup>	15 <sup>6</sup>	13 <sup>6</sup>	<b>2</b>	16 <sup>2</sup>	13 <sup>6</sup>	<b>2,6</b>
11 <sup>4 3)</sup>	14 <sup>5</sup>	12 <sup>5</sup>	<b>2</b>	13 <sup>8</sup>	11 <sup>8</sup>	<b>2</b>
10 <sup>5</sup>	9 <sup>7</sup>	8 <sup>2</sup>	<b>1,5</b>	10 <sup>0</sup>	8 <sup>3</sup>	<b>1,7</b>
9	7 <sup>0</sup>	6 <sup>0</sup>	<b>1,0</b>	8 <sup>3</sup>	6 <sup>9</sup>	<b>1,4</b>
7	5 <sup>4</sup>	4 <sup>7</sup>	<b>0,7</b>	6 <sup>4</sup>	5 <sup>5</sup>	<b>0,9</b>
5	4 <sup>0</sup>	3 <sup>4</sup>	<b>0,6</b>	4,9 <sup>7</sup>	4,3 <sup>0</sup>	<b>0,6<sup>7</sup></b>
3	3 <sup>2</sup>	2 <sup>9</sup>	<b>0,3</b>	4,3 <sup>0</sup>	3,8 <sup>3</sup>	<b>0,4<sup>7</sup></b>
1,9	2 <sup>5</sup>	2 <sup>3</sup>	<b>0,2</b>	3,3 <sup>6</sup>	3,0 <sup>8</sup>	<b>0,2<sup>8</sup></b>
0,0	0,5 <sup>6</sup>			1,1		
à 100°	0,0			0,0		

<sup>1)</sup> Les quantités d'eau évaporées et absorbées ont été déterminées (comme dans mes expériences antérieures avec des colloïdes) en plaçant la terre, en couche mince, dans des cuvettes plates, dans un exsiccateur contenant de l'acide sulfurique à divers degrés de concentration; elle y restait jusqu'à ce que l'équilibre était atteint. Il suffisait pour cela de 1 à 2 jours pour des pressions de 9 mm., de 2 à 14 jours pour des pressions plus hautes. Quand la tension était celle de la vapeur saturée (12,7 mm.) il fallait une exposition de longue durée, bien 2 à 3 mois.

<sup>2)</sup> La terre n'était pas encore complètement saturée.

<sup>3)</sup> Tension de vapeur de l'eau avec 10 % d'acide sulfurique. Cette détermination a été faite plus tard, à la suite de la publication d'un travail de MM. RODEWALD et A. MITSCHERLICH (1904) qui ont déterminé l'hygroscopicité de terres pour cette composition de l'acide sulfurique dilué (dont la tension de vapeur diffère peu de celle de l'eau pure) (voir p. 274). Mes tableaux datent déjà d'il y a trois ans.

La teneur en eau de I A, rapportée à la terre sèche à 100°, était :

100°	5,6 <sup>8</sup>
135°	4,7
150°	4,4

On voit par là que la terre séchée à 100° peut absorber, à la température ordinaire, bien 31 % d'eau <sup>1)</sup> (39 %) sans être visiblement humide.

Le tableau I nous apprend que le processus d'absorption est *réversible*. La déshydratation et la réhydratation peuvent être répétées à volonté. Il se manifeste en même temps une hystérésis, ainsi que le prouve la différence des nombres relatifs à ↓ et ↑. La grandeur de cette hystérésis a la même allure que l'absorption. A ce point de vue là encore l'argile ressemble aux gels colloïdaux <sup>2)</sup>.

L'allure de l'absorption, — ou inversement de l'évaporation —, c. à d. la vitesse d'absorption, est rendue claire par les deux tableaux suivants <sup>3)</sup>. Ici encore tous les nombres sont rapportés à 100 parties de terre séchée à 100°.

<sup>1)</sup> C. à d. que 100 parties de terre sèche à 100° absorbent 31 parties d'eau.

<sup>2)</sup> A propos de l'hystérésis dans les hydrogels, voir mon premier mémoire sur l'absorption. *Zeitschr. f. anorg. Chem.*, 13, 267—274, 1896.

<sup>3)</sup> La terre était d'abord déshydratée en présence d'acide sulfurique, puis exposée à l'eau dans un exsiccateur, et pesée au bout de temps déterminés. De ces pesées on peut déduire la vitesse d'absorption. Comme unité de temps j'ai choisi une demi-heure, et plus tard un jour, quand 13 % d'eau étaient absorbés en un jour (de 24 heures). Ces nombres représentant les vitesses n'ont évidemment pas une valeur absolue, mais simplement une valeur relative. Ils ne s'appliquent qu'au même exsiccateur et la même quantité de terre exposée. Ils ne font connaître que la manière dont l'intensité de l'absorption dépend de la teneur en eau. La terre, qui fut saturée de cette façon par de la vapeur d'eau absorbée à  $\pm 15^\circ$ , fut exposée ensuite à de l'acide sulfurique, et la vitesse d'évaporation fut déterminée de la même manière.

Tableau II.  
Absorption de vapeur d'eau en présence d'eau liquide.  
Rapportée à 100 parties de terre séchée à 100°

Terre I A			Terre I B		
Teneur initiale 1,1%			Teneur initiale 1,5%		
Quantité % d'eau absorbée	Temps en heures	Quantité % d'eau absorbée en 1/2 heure	Quantité % d'eau absorbée en 1/2 heure	Temps en heures	Quantité % d'eau absorbée
3,9 <sup>5</sup>	1	<b>2</b>	<b>2</b>	1	4,0
1,6 <sup>5</sup>	1	<b>0,8<sup>2</sup></b>	<b>0,6<sup>5</sup></b>	1	1,3 <sup>2</sup>
0,4 <sup>7</sup>	1/2	<b>0,4<sup>7</sup></b>	<b>0,5<sup>3</sup></b>	1/2	0,5 <sup>3</sup>
1,1 <sup>3</sup>	1 1/2	<b>0,3<sup>3</sup></b>	<b>0,3<sup>1</sup></b>	1	0,9 <sup>4</sup>
0,6 <sup>9</sup>	1	<b>0,3<sup>1</sup></b>	<b>0,3<sup>7</sup></b>	1	0,7 <sup>5</sup>
0,5 <sup>6</sup>	1	<b>0,2<sup>8</sup></b>	<b>0,2<sup>4</sup></b>	1	0,4 <sup>7</sup>
0,9 <sup>4</sup>	2	<b>0,23<sup>5</sup></b>	<b>0,2<sup>1</sup></b>	1	0,4 <sup>2</sup>
0,6 <sup>6</sup>	2	<b>0,16<sup>5</sup></b>	<b>0,1<sup>9</sup></b>	2	0,7 <sup>7</sup>
0,4 <sup>7</sup>	2	<b>0,11<sup>8</sup></b>	<b>0,12<sup>7</sup></b>	3	0,7 <sup>6</sup>
2,8 <sup>2</sup>	17	<b>0,08<sup>3</sup></b>	<b>0,09<sup>4</sup></b>	17	3,2 <sup>1</sup>
Abs. 13,3% en 29 1/2 h.			en 28 1/2 h. Abs. 13,2%		

Quand les terres restaient exposées à l'eau tranquillement pendant 24 heures, elles absorbaient à peu près la même quantité d'eau, soit en un temps plus court d'environ 5 1/2 h. Pendant les deux à trois mois suivants elles en absorbaient encore un peu, mais *plus tard elles n'absorbaient plus rien.*

Tableau III.

I A		I B	
Durée	% d'eau absorb.	% d'eau absorb.	Durée
1 jour	14,9	13,1	1 jour
2 "	1,8 <sup>3</sup>	1,9	2 "
3 "	1,0 <sup>4</sup>	5 × 0,5 <sup>5</sup> = 2,7 <sup>5</sup>	3-7 "
4-7 "	4 × 0,8 <sup>3</sup> = 3,3 <sup>2</sup>		
8 "	0,4 <sup>7</sup>	0,3	8 "
9 "	0,2 <sup>3</sup>	0,2	9 "
au bout d'1 mois	4,6 <sup>1</sup>	6,7	au bout d'1 mois
" 2 1/2 "	5,1	n'a plus été observé	
	31,6	24,9 %	

Une deuxième épreuve donna pour I A des nombres concordants. Les nombres pour I B sont aussi peu différents, surtout quand on considère que, pour de longues durées, la précision n'est pas très grande.

	Première épreuve	Deuxième épreuve
L'absorption de la terre I A atteignait donc et au maximum au bout de $\pm 1$ mois	14 <sup>00</sup> / <sub>0</sub> 21 <sup>5</sup> „ 26 „ 31 <sup>6</sup> „	15 <sup>80</sup> / <sub>0</sub> 21 <sup>7</sup> „ 24 <sup>8</sup> „

Tableau IV.

Evaporation de l'eau d'absorption en présence d'acide sulfurique.  
Rapportée à 100 parties de terre séchée à 100°.

Terre I A			Terre I B		
Teneur initiale <sup>1)</sup> 27,1 %			Teneur initiale <sup>1)</sup> 26,7 %		
Quantité % d'eau évaporée	Temps en heures	Quantité % d'eau évaporée en 1/2 h.	Quantité % d'eau évaporée en 1/2 h.	Temps en heures	Quantité % d'eau évaporée
8,6 <sup>5</sup>	2	2,1 <sup>6</sup>	1,8 <sup>7</sup>	2 1/2	9,3 <sup>5</sup>
3,9 <sup>5</sup>	1	1,9 <sup>7</sup>	1,7 <sup>7</sup>	1	3,5 <sup>4</sup>
3,9 <sup>5</sup>	1 1/2	1,3 <sup>2</sup>	1,3	2	5,2 <sup>3</sup>
3,2 <sup>8</sup>	1 1/2	1,0 <sup>9</sup>	0,9 <sup>3</sup>	1/2	0,9 <sup>3</sup>
0,8 <sup>5</sup>	1/2	0,8 <sup>5</sup>	0,6 <sup>8</sup>	1	1,3 <sup>6</sup>
0,7 <sup>5</sup>	1/2	0,7 <sup>5</sup>		1/2	0,4 <sup>7</sup>
0,5 <sup>6</sup>	1/2	0,5 <sup>6</sup>	0,3 <sup>8</sup>	2	1,5
0,3 <sup>8</sup>	1/2	0,3 <sup>8</sup>			
0,3 <sup>5</sup>	1/2	0,3 <sup>5</sup>			
		diminuant			
2,2 <sup>6</sup>	6	0,3 <sup>5</sup> —0,1	0,4—0,1	6	1,7 <sup>8</sup>
1,1 <sup>3</sup>	17	0,03 <sup>3</sup>	0,02 <sup>2</sup>	17	0,7 <sup>4</sup>
évaporée 26,1%	31 1/2			32 1/2	24,9% évaporée
enc. prés. 1,0 „					1,8 „ enc. prés.
27,1%					26,7%

<sup>1)</sup> Les terres I A et I B n'étaient pas encore tout à fait saturées de vapeur d'eau absorbée, quand elles furent exposées à l'acide sulfurique. Elle auraient en effet dû contenir  $\pm 31$  % d'eau absorbée (voir Tableau I).

Des tableaux II, III et IV on peut déduire :

L'évaporation a lieu, pour la terre saturée de vapeur d'eau, d'abord avec une vitesse qui ne diffère presque pas de celle de l'eau liquide. Mes observations n'étaient pas encore assez précises pour montrer une différence dans cet état. Ce n'est que quand était atteinte une teneur correspondant à une tension de vapeur de 12<sup>2</sup> mm. (c. à d. 0,5 mm. seulement au-dessous de la tension de saturation) que la diminution de vitesse était notable. Elle diminuait d'une façon continue de  $\pm 2\%$  à  $< 0,03$  par demi-heure. Au bout d'un jour était presque atteinte la teneur qui était en équilibre avec de l'acide sulfurique concentré, et dont la tension de vapeur correspondante se rapprochait de zéro à  $\pm 15^\circ$  <sup>1)</sup>.

La vitesse d'évaporation devient alors *infinitement petite*, comme dans tous les processus analogues. Par élévation de température elle augmente de nouveau, de sorte qu'à 100° il s'évapore en peu de temps encore 0,56 % (pour I A) et 1,1 % (pour I B). Ces quantités ne devenaient pas notablement plus grandes quand la terre était placée à 100° dans un courant d'air séché à l'acide sulfurique. L'influence de la tension de vapeur est donc presque nulle à 100°.

La vitesse de l'absorption de la terre séchée par l'acide sulfurique est assez grande pour que la terre ait absorbé en un jour (24 heures) une quantité d'eau répondant à une tension de vapeur de 12<sup>2</sup> mm.

Pour l'absorption de la quantité d'eau restante il fallait environ trois mois. Cette dernière quantité d'eau est donc combinée avec une force excessivement faible. Pour l'absorption la vitesse finit donc aussi par être *infinitement petite*.

A des températures de 15 à 100°, et puis jusqu'à 150°, la terre séchée à l'acide sulfurique perd donc relativement peu d'eau. L'élimination d'eau entre 15° et  $\pm 110^\circ$  est encore réversible, car la quantité d'eau éliminée dans ces conditions est absorbée de nouveau lors d'une

---

<sup>1)</sup> Les durées exigées pour la déshydratation et la réhydratation étaient plus petites qui ne l'indiquent les tableaux, parce que les pesées répétées les prolongeaient chaque fois, d'abord parce que les terres perdaient ou absorbaient une petite quantité d'eau pendant ces opérations, et en second lieu parce qu'en ouvrant l'exsiccateur on y laissait pénétrer de l'air qui contenait trop ou trop peu de vapeur d'eau. Bien que j'aie tenu compte aussi exactement que possible de la durée des pesées, on constate cependant une différence de 5 à 6 heures entre le tableau II, où furent effectuées dix pesées, et le tableau III, où n'en a été faite qu'une seule.

exposition à l'eau. A des températures plus élevées encore l'eau fortement combinée est chassée, mais il n'est plus possible de déterminer d'une façon précise ni la teneur en eau ni l'allure de la déshydratation, parce que les particules d'humus qui recouvrent les particules de la terre subissent une décomposition. Le processus n'est d'ailleurs plus réversible, parce que les silicates décomposés colloïdaux se transforment, ce qui modifie leur pouvoir d'absorption. Pour chasser les dernières portions d'eau on doit chauffer de plus en plus fort, ainsi qu'on l'a observé en général pour des substances amorphes qui contiennent de l'eau et pour des substances colloïdales, comme les hydrogels de  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  etc. <sup>1)</sup>.

Il n'est pas possible de déterminer combien d'eau éliminée à des températures supérieures à  $110^\circ$  est de l'eau chimiquement combinée et non de l'eau absorbée.

La force avec laquelle la particule argileuse retient la particule d'eau doit évidemment être différente pour les couches d'eau successives qui sont absorbées dans les particules d'argile et déposées sur elles. A ce qu'il me semble il faut qu'elle augmente d'une manière continue à mesure que la particule d'eau est plus rapprochée de la particule d'argile. La tension de vapeur de la terre doit donc être d'autant plus faible que le nombre de couches déjà évaporées est plus grand; elle est au contraire d'autant plus élevée que le nombre de couches absorbées est plus grand. La couche superficielle de chaque particule argileuse a une tension de vapeur qui fait équilibre avec celle de la vapeur ambiante. Dès que cette tension de vapeur devient plus grande, il y a de nouveau absorption; dès qu'elle diminue il s'évapore de l'eau de la terre. Les vitesses d'absorption et d'évaporation sont conformes à cette manière de voir. La vitesse de l'absorption est d'autant plus grande que les particules d'argile retiennent moins d'eau, d'autant plus faible qu'elles en retiennent davantage. Pour la vitesse d'évaporation c'est le contraire qui a lieu <sup>2)</sup>.

Pour des combinaisons chimiques (hydrates) la vitesse d'absorption

<sup>1)</sup> Voir mon troisième mémoire sur l'absorption: Der Wassergehalt der Hydrogels von  $SnO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $BeO$ ,  $SiO_2$  bei höheren Temperaturen. Tableaux XVI—XVIII, *Zeitschr. f. anorg. Chem.*, 18, 144—146, 1898.

<sup>2)</sup> M. A. MITSCHERLICH est d'une autre opinion. Il admet que la surface des particules ne peut attirer qu'une seule couche de molécules. Voir son intéressant travail dans: *Landwirtsch. Jahrb.* 30, 361—445; surtout p. 375.



et d'émission de l'eau, dans la formation d'un hydrate plus élevé ou plus bas, est une constante.

L'absorption est accompagnée d'un dégagement de chaleur. M. A. MITSCHERLICH a déterminé la grandeur de cette émission, sous le nom de „chaleur d'humectation" (Benetzungswärme), pour des substances colloïdales <sup>1)</sup>. Cette chaleur dépend à un haut degré de l'état de la surface du sol. Le développement de chaleur a lieu, comme on pouvait s'y attendre, d'après les mêmes lois que l'absorption d'eau. Suivant que la terre a déjà absorbé une quantité d'eau plus ou moins grande, le développement de chaleur est faible ou considérable. Une terre qui a été déshydratée en présence d'acide sulfurique concentré ou à 100°, met en liberté une quantité de chaleur de plus en plus petite, quand elle absorbe successivement des quantités égales d'eau.

Dernièrement MM. RODEWALD et A. MITSCHERLICH ont déterminé l'hygroscopicité de quelques substances colloïdales et de quelques espèces de terres, en les exposant à de la vapeur d'eau saturée après les avoir séchées en présence d'acide sulfurique. Cependant, ils n'ont pas pris de l'eau pure, mais une eau contenant 10 %  $H^2SO^4$ , afin d'éviter des troubles par la condensation, et la teneur de 10 % ne pouvait pas avoir, à leur avis, une grande influence sur l'hygroscopicité. Ils ont trouvé que la chaleur d'humectation correspondait à l'absorption de vapeur d'eau dans ces circonstances (hygroscopicité), et que cette hygroscopicité pouvait être calculée au moyen de leur équation d'humectation. Le calcul donne à peu près les mêmes nombres que les expériences d'absorption ont fournis <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> *loc. cit.*

<sup>2)</sup> P. ex.

	Chaleur d'humectation	Hygroscopicité
Fécule de froment	20,89	31,75
Argile (Java)	17,58	23,81
Terre tourbeuse	18,13	18,88
Kaolin		5,4
Terre argileuse		1,4 à 3
Sable quartzeux		0,034

## II. LA CAPACITÉ TOTALE.

Tandis que l'hygroscopicité est déterminée par la quantité d'eau que les particules d'argile (ainsi que l'humus) absorbent dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, la capacité totale est représentée par la quantité d'eau que 100 parties de terre, séchée en présence d'acide sulfurique ou à 100°, enlèvent à l'eau liquide. Cette quantité dépend: 1°. de la nature du terrain, surtout de sa teneur en argile et en humus, ainsi que de la nature et de la composition de l'argile; 2°. des cavités capillaires qui séparent les particules du sol, et ces cavités dépendent à leur tour de la façon dont les particules se sont groupées. Sous l'influence des sels l'argile peut tomber en grumeaux; inversement l'argile peut devenir compacte quand les sels solubles (même le carbonate de chaux) font complètement défaut. Les sels solubles, notamment en très petite quantité, font coaguler l'argile (passage de l'état de sol à l'état de gel). En même temps se modifient les forces d'adhésion entre les particules d'eau et d'argile et de cohésion entre les particules d'argile. De même des actions mécaniques, une décomposition de substances organiques ou des organismes peuvent rendre la terre plus légère en agrandissant les intervalles capillaires. On voit donc qu'il est nécessaire de donner à la terre une constitution aussi compacte que possible, si l'on veut déterminer la quantité totale d'eau qu'elle peut retenir, donc absorber en tout. J'ai effectué cette détermination de la façon que j'ai déjà suivie antérieurement<sup>1)</sup>. Elle a donné pour la terre I A, séchée

<sup>1)</sup> La terre argileuse, séchée à l'air, n'était pas pulvérisée, mais ramollie entièrement dans de l'eau pure. La vase humide était transportée sur un entonnoir (a) de poids connu dans un filtre également pesé, aussi bien à sec à 100° (b) que trempé d'eau (c); abritée contre l'évaporation, je la laissai reposer jusqu'à ce qu'il ne dégouttait plus d'eau du filtre, qu'il ne restait plus d'eau sur la surface lisse et que la masse ne se contractait plus. Il ne se formait pas de crevasses ni de cavités visibles. J'ai pesé alors (d), puis séché à 100° et pesé de nouveau (e). J'ai trouvé ainsi:

comme poids de la terre séchée à 100°	$e - (a + b) = A$
"    "    "    saturée d'eau	$d - (a + c) = B$
"    "    de l'eau absorbée	$B - A.$

Une répétition de l'épreuve donna sensiblement le même nombre pour la capacité totale.

à 100° (elle contenait alors encore 5,6 % d'eau fortement combinée):

Absorbée comme / au bout d'un jour	14,9 %
vapeur d'eau à 15° \ après plusieurs jours	$\pm 16,7$
	<hr/>
	31 <sup>6</sup> %
Absorbée comme eau liquide	56 <sup>5</sup>
	<hr/>
La capacité totale est donc	87 %

Le poids de la terre avait presque doublé.

Une détermination que j'ai faite il y a longtemps (1873) de la capacité d'une argile lourde fraîche, recueillie dans l'Y (près d'Amsterdam) mis à sec à cette époque, donna 98<sup>5</sup> %.

Quelques autres sols argileux lourds donnèrent des nombres qui s'écartent peu de ceux-là <sup>1)</sup>.

Ces argiles dont l'hygroscopicité et la capacité totale sont si élevées sont toutes plastiques, et riches en un silicate décomposé où le rapport de la silice à l'alumine est 1 :  $\pm 3$  (pour la partie soluble dans l'acide chlorhydrique) et 1 :  $\pm 2$  (pour celle soluble dans l'acide sulfurique) <sup>2)</sup>. La capacité pour l'eau est probablement plus faible pour des terres non plastiques, dont le silicate décomposé est plus riche en alumine. Toutefois, pour des pareils terrains et entre autres pour les latérites, des déterminations de l'hygroscopicité et de la capacité totale font encore défaut.

Il est donc à espérer qu'il en sera fait des déterminations nombreuses. Les latérites s'y prêtent le mieux, tant celles qui sont plastiques que celles qui ne le sont pas, quand elles contiennent peu d'humus et d'oxyde de fer et qu'elles sont riches en argile.

*Leyde*, le 4 août 1904.

Laboratoire de Chimie inorganique de l'Université.

<sup>1)</sup> En 1858 et 1859 j'ai déterminé de la même façon la capacité totale de terres lourdes:

Huit échantillons d'argile provenant de deux polders de l'Y mis à sec	77 à 95
Argile du Finsterwolder Dollard-Polder (prov. de Groningue)	70

Ces nombres se rapportent à la terre séchée à l'air.

L'argile de Suriname donne, d'après le même calcul,	82
---	----

<sup>2)</sup> D'après M. MITSCHERLICH l'hygroscopicité du kaolin n'est que 5,4.